

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **10068058 A**

(43) Date of publication of application: **10.03.98**

(51) Int. Cl

C23C 4/04
B05D 1/08

(21) Application number: **08224049**

(22) Date of filing: **26.08.96**

(71) Applicant: **TOYOTA MOTOR CORP AISIN SEIKI CO LTD**

(72) Inventor: **MORI KAZUHIKO
KODAMA KOUTA
NAKANO TAKAAKI
TSUNEKAWA KOICHI**

(54) **THERMAL SPRAYING METHOD**

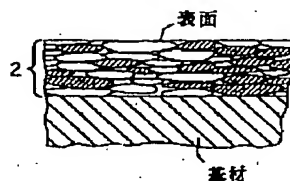
(57) Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To reduce a residual tensile stress of sprayed coating film and to improve the adhesion of a coating film to a substrate, into a thermal spraying material, by incorporating substance volumetrically expanding when the thermal spraying material is thermally sprayed on the substrate and cooled.

SOLUTION: At the time of forming a sprayed coating film of metal or alloy, a thermal spraying materials is incorporated with substance volumetrically expanding when the thermal spraying material thermally sprayed in a substrate is cooled, and the thermal spraying material is thermally sprayed. In this method, as the volumetrically expanding substance, the one such as steel series transformed into martensite at the time of cooling after the thermal spaying is adopted. In this way, it is considered that, since the heat of the sprayed coating 2 on the side approximate to the part of the substrate in the sprayed coating 2 escapes to the substrate more easily, in an ordinary form, martensitic transformation is promoted on the side of the boundary face between the sprayed coating 2 and the substrate more easily than the case of the surface side of the sprayed coating 2. Thus, the volumetric expansion in the

boundary region between the sprayed coating 2 and the substrate can be expected, and the adhesion in the boundary region can be improved.

COPYRIGHT: (C)1998,JPO



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-68058

(43) 公開日 平成10年(1998) 3月10日

(51) Int. CL⁶

識別記号

庁内整理番号

P I

技術表示箇所

C 2 3 C 4/04

C 2 3 C 4/04

B 0 5 D 1/08

B 0 5 D 1/08

審査請求 未請求 請求項の数 1 O L (全 5 頁)

(21) 出願番号 特願平8-224049

(22) 出願日 平成8年(1996) 8月26日

(71) 出願人 000003207

トヨタ自動車株式会社

愛知県豊田市トヨタ町1番地

(71) 出願人 000000011

アイシン精機株式会社

愛知県刈谷市朝日町2丁目1番地

(72) 発明者 森 和彦

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

(72) 発明者 児玉 幸多

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

(74) 代理人 弁理士 大川 宏

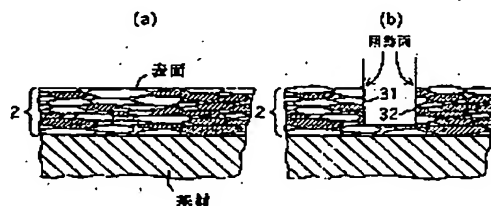
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 溶射方法

(57) 【要約】

【課題】 基材に対する溶射被膜の密着性の向上に有利な溶射方法を提供する。

【解決手段】 基材に溶射したときに体積膨張が可能な物質を含む溶射材を基材に溶射する。この物質としては、マルテンサイト変態する鋼系粉末を採用できる。溶射被膜2の冷却に伴う体積収縮が、体積膨張で吸収され、剥離の要因となり得る溶射被膜2の残留引張応力が緩和される。



(2)

特開平10-68058

1

2

【特許請求の範囲】

【請求項1】溶射材を基材に溶射して溶射被膜を形成する溶射方法であって、
前記溶射材は、前記基材に溶射された溶射材が前記基材上で冷却される際に体積膨張する物質を含むことを特徴とする溶射方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は密着性を向上させ得る溶射方法に関する。

【0002】

【従来の技術】従来より、溶射材を基材に溶射して溶射被膜を形成する溶射方法が知られている。これにより耐腐蝕性、耐磨耗性等の向上に貢献できる。例えば特公昭54-42855号公報には、溶湯を急冷して白鉄を形成し、その白鉄を100メッシュ以上の大きさに粉砕した溶射粉末を溶射材として用い、この溶射材を基材に溶射処理し、これにより炭化鉄を主体とする溶射被膜を得る方法が開示されている。

【0003】ところで溶射方法では、基材に対する溶射被膜の密着性を高めるため、従来より種々の方法が採用されている。例えば、溶射処理に先立って基材の表出面にブラスト処理する方策、基材を予熱して溶射被膜の応力を緩和する方策である。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら近年、溶射被膜の密着性の向上が一層要請されている。上記した方策だけでは、基材に対する溶射被膜の密着性の向上には限界がある。本発明は上記した実情に鑑みなされたものであり、基材に対する溶射被膜の密着性の向上を図るのに有利な溶射方法を提供することを課題とする。

【0005】

【課題を解決するための手段】本発明者は溶射方法について長年にわたり鋭意開発を進めている。そして、基材に溶射された溶射材が基材上で冷却される際に体積膨張する物質を溶射材に含ませ、その溶射材を溶射すれば、基材に対する密着性が向上することを知見し、試験で確認し、本発明方法を完成した。

【0006】密着性が向上する理由は、体積膨張により溶射被膜が圧縮状態になり易いため、密着力の低下の要因となる残留引張応力の緩和を図り得るためと推察される。なお上記した特公昭54-42855号公報に係る技術では、白鉄組成であるため、溶射粉末が凝固して溶射被膜となる際にチル化するため凝固収縮率が大きいも*

*のである。

【0007】本発明に係る溶射方法は、溶射材を基材に溶射して溶射被膜を形成する溶射方法であって、溶射材は、基材に溶射された溶射材が基材上で冷却される際に体積膨張する物質を含むことを特徴とするものである。

【0008】

【発明の実施の形態】本発明方法によれば、溶射材の凝固-冷却の際に体積膨張する物質を溶射材に含むことにより、溶射被膜における残留応力を「引張応力」から「圧縮応力」へシフトする形態であることが好ましい。本発明方法で用いる体積膨張する物質としては、溶射後の冷却の際にマルテンサイト変態する鋼系を採用できる。従って溶射粉末の粒子は、臨界冷却速度以上の速度で冷却することが好ましい。

【0009】マルテンサイト変態における体積膨張量は一般的に炭素量に依存すると考えられている。鋼系の炭素量としては溶射粉末の種類によっても相違するものの、重量比で、上限値が1.5%、1.8%程度にでき、下限値が0.2%程度、0.3%程度にできる。本発明方法では、溶射材は、鋼系粉末と非鋼系粉末との混合粉末で形成することができる。鋼系粉末の量は、鋼系粉末の炭素含有量、要請される体積膨張量等の要因に応じて適宜選択するもの。溶射材を100%としたとき、体積比で鋼系粉末は20~60%、特に35~50%にできる。

【0010】ところで文献（日本鉄鋼協会、鉄の熱処理、改訂5版、63頁）によれば、マルテンサイト変態における鋼系の体積膨張量をV、[%]とすると、 $V, [\%] = 1.69 \times \%C$ で表わされると報告されている。[%C]は、鋼系に含まれる重量比での炭素量を意味する。また溶射被膜に生成される残留引張応力が、主として、回復域以下の温度領域における冷却に起因するものと考えた場合には、回復域以下の温度領域における溶射被膜の体積収縮量と、マルテンサイト変態が生じたときにおける鋼系の体積膨張量との双方を考慮する必要がある。

【0011】溶射被膜全体が鋼系である場合には、本発明者による試算によれば次のようになる。即ち、融点を T_r とすれば、鋼の場合、一般的には回復温度は $T_r/2 \approx 620^\circ\text{C}$ と考えられる。そのため、約 600°C 以下の温度領域における溶射被膜の体積収縮量と、マルテンサイト変態が生じたときにおける鋼系の体積膨張量との双方を考慮する必要がある。この事情を考慮すれば、実質的には溶射被膜の体積膨張の割合[%]は、

$$\begin{aligned} \text{鋼系溶射被膜における体積膨張の割合} [\%] &= \\ &= \frac{\text{マルテンサイト変態が生じたときにおける鋼系の体積膨張量} - 600^\circ\text{C以下} \\ &\quad \text{で溶射被膜が体積収縮する量}}{\text{マルテンサイト変態が生じたときにおける鋼系の体積膨張量} - 600^\circ\text{C以下} \\ &\quad \text{で溶射被膜が体積収縮する量}} \\ &= 1.69 \times \%C - 600 \times 14.5 \times 10^{-3} \times 100 \\ &= 1.69 \times \%C - 0.87 \dots (1) \end{aligned}$$

この(1)式に基づけば、鋼系の炭素量が重量比で1% 50 のときには、溶射被膜の体積膨張の割合は、1.69×

(3)

特開平10-68058

1% - 0.87 = 0.82%と試算することができる。
 【0012】なお上記した試算は、あくまでも目安としての試算であり、無視している因子もあるため、実際の膨張量とは一致しないこともある。更に本発明方法で用いる溶射材としては粉末状の形態が好ましいが、場合によっては棒状、線状のものも採用できる。マルテンサイト変態の促進を考慮し、溶射材には炭素の他に焼入性倍率が高いMn、Cr、Ni、Mo、Si等の合金元素を含ませることができる。

【0013】本発明方法では、必要に応じて次の方法を採用することもできる。即ち、体積膨張が溶射粉末のマルテンサイト変態に基づく場合には、溶射粉末のマルテンサイト変態を促進すべく、熱伝導率が高い基材を選択したり、基材を強制冷却したり、基材に到達した溶射状態の溶射粉末を冷却ガス等で強制冷却する方法を採用することもできる。

【0014】

【実施例】

(実施例1) 実施例1について比較例と共に説明する。この例は、Cu合金の溶射被膜を形成する場合を対象とする。このCu合金はアルミニウムブロンズ合金であり、その組成は重量比でCu-10%A1-0.4%Zn-1%Feである。文献(理科年表)によれば、このアルミニウムブロンズ合金の熱膨張率は $16 \times 10^{-6}/K$ である。

【0015】上記したCu合金の粉末(平均粒径40~50 μ m)を用い、基材としての円筒(材質:JIS AC8A)の表出面に溶射処理を実行した。この溶射処理は超音速ガスフレーム溶射とも呼ばれるHVOF(High Velocity Oxygen Fuel)処理であり、通常のプラズマ溶射処理に比較して、粉末は高速(一般的には、プラズマ溶射処理の場合に比し数倍と言われている)で飛行す*

$$x \{1.69 \times \%C\} - 0.87) - (y \times 0.62\%) = 0 \quad \text{..... ①}$$

$$x + y = 100 \quad \text{..... ②}$$

①②を解けば実質的に、 $x = 43\%$ 、 $y = 57\%$ となる。

【0018】そこで本実施例では、上記した溶射粉末に占める鋼系粉末の割合が前述したように約40%となるように、鋼系粉末をCu合金粉末に添加した溶射粉末を得ている。なお試算上では溶射被膜の体積変化は0であるが、実際では0ではなく、上記のように残留引張応力*

(A) 溶射条件: プロピレン = 40リットル/min
 酸素 = 45リットル/min
 エア = 80リットル/min
 溶射被膜の膜厚 = 0.5~0.8mm

(B) 加工条件: 回転数 = 1000rpm
 切り込み量 = 0.05mm/rev
 刃具材質 = BN系

本実施例では前述したように溶射処理としてHVOF処理が採用されている。この処理は、前述したように、通

*ると共に、粉末粒子の溶融温度が低い溶射処理である。一般的に、HVOF溶射処理で形成した溶射被膜の気孔率は低いため溶射被膜が緻密であり、基材に対する溶射被膜の密着性も強い。

【0016】この溶射被膜の密着強度は、剪断法で測定したところ60MPaであった。一方、溶射被膜の表面における残留応力は引張応力で約40MPaと大きいことがX線残留応力測定法にて測定された。このような溶射被膜を旋盤にて加工した結果、溶射被膜に剥離が発生した。以上が比較例である。これに対し本実施例によれば、マルテンサイト変態を起こすための粉末として、重量比で、Fe-1%C-12%Cr-1%Si合金の鋼系粉末(平均粒径40~50 μ m)を用いた。そして、下記で述べる試算で求めた配合割合、即ち体積比で鋼系粉末:Cu合金粉末=40:60の配合割合で、上記したCu合金粉末に鋼系粉末を混合し、本実施例に係る溶射粉末を得た。なお鋼系粉末においてCr量はマルテンサイト変態の促進を意図している。

【0017】この溶射粉末を用いてHVOF溶射処理したところ、溶射被膜における残留応力は引張応力で約10MPaとかなり低減していた。また加工した時、溶射被膜における剥離の発生はなくなった。従って溶射被膜の密着性が向上していることが確認された。本実施例によれば、鋼系粉末の配合割合の決定は次のようにして行った。即ち、上記したCu合金の融点をT₁。とすると、 $T_1/2 = 400^\circ C$ となる。そのため、Cu合金の溶射被膜の体積収縮率は0.62%と推定される。溶射被膜のCu合金の体積収縮量とマルテンサイト変態が発生したときにおける鋼系の体積膨張量とを相殺して、溶射被膜における体積変化を実質的に0にするためには、xを鋼系粉末の体積率、yをCu合金粉末の体積%とすると

*が小さいものの約10MPaであった。その理由としては、鋼系粉末に含まれているCrによる%Cの固定、マルテンサイト変態に伴う残留オーステナイトの存在のためと推察される。

【0019】上記した実施例1における溶射処理における溶射条件、加工条件は基本的には次のようにした。

常のプラズマ溶射処理に比較して、溶射粉末は高速で飛翔すると共に、溶射粉末の溶融温度が比較的低目であ

(4)

特開平10-68058

5

る。そのため溶射粉末が基材に衝突する際には、溶射粉末の粒子が基材に急激に衝突し易くなり、溶射粉末の粒子の偏平化が促進され、基材に透熱する度合いが高くなり、これによりマルテンサイト変態が促進され易くなると推察される。また冶金の分野では、焼入加熱温度が過剰に高温であると、かえって焼きがはりにくくなり、残留オーステナイトが増加し易いと考えられている。この点HVOF溶射処理が採用されている本実施例によれば、溶射粉末の溶融温度が比較的低目であるため、焼入処理が進行し易く、マルテンサイト変態の促進、残留オーステナイトの低減に有利であると考えられる。

(実施例2) 実施例2について比較例と共に説明する。この例はNi-Cr合金の溶射被膜を形成する場合である。溶射粉末を構成するNi合金の組成は、重量比で、Ni-15%Cr-1%C-2%Siである。文献によれば、このNi-Cr合金の熱膨張率は約 13×10^{-6} /Kである。

[0020] この溶射粉末(平均粒径 $40 \sim 50 \mu\text{m}$)を、基材としての円筒(材質: AC8A)の外周面に溶射処理(HVOF)した。溶射被膜の密着強度については、剪断法で測定したところ75MPaであった。一方、溶射被膜の表面の残留応力は引張応力であり、65MPaとかなり大きかった。このようにして形成した溶射被膜について、前述同様に旋盤にて外周加工を施した結果

$$x \{ (1.69 \times 1.2) - 0.87 \} - y \times 0.72 = 0 \cdots \cdots \textcircled{1}$$

$$x + y = 1.00 \cdots \cdots \textcircled{2}$$

①②を解けば実質的に、 $x = 39$ 、 $y = 61$ となる。従って溶射粉末に占める鋼系粉末の配合割合を前述したように40%とした。

[0024] なお試算上では体積変化は0であるが、実際では0ではなく上記のように残留引張応力が小さいものの約12MPaであった。その理由としては、前述同様に、鋼系粉末に包含されているCrによる%Crの固定、マルテンサイト変態に伴う残留オーステナイトの存在のためと推察される。

(適用例) 図1～図3は適用例を示す。この例では内燃機関のアルミ合金系のピストン1にリング溝11を形成している。リング溝11は、傾斜角 $\theta 1$ をもつ傾斜面11aと、底面11cをもつ。そして溶射ガン4により溶射粉末を矢印A1方向に噴出して、ピストン1のリング溝11に溶射被膜2を形成する。その後、溶射被膜2をバイトで切削加工してピストンリング溝3を形成する。

[0025] ピストンリング溝3は、ピストンリングと摺動する摺動面31、32と、底面33をもつ。図3(a)は切削加工する前の溶射被膜2の積層構造を模式的に示し、図3(b)は切削加工で形成した摺動面31、32をもつピストンリング溝3付近の積層構造を模式的に示す。図3(b)から理解できるように、溶射粉末の粒子は衝突に伴い偏平化され易いので、ピストンリング溝3の摺動面31、32の単位面積において、各粉

6

* 果、溶射被膜の剥離が発生した。以上が比較例である。

[0021] これに対し本実施例によれば、鋼系粉末として、重量比で、Fe-1.2%C-5%Cr-1%Si合金の粉末(平均粒径 $40 \sim 50 \mu\text{m}$)を用いた。そして下記で述べる試算で求めた配合割合、即ち、体積比で鋼系粉末: Ni-Cr合金粉末=40:60の配合割合で、上記した鋼系粉末をNi-Cr合金粉末に混合し、本実施例に係る溶射粉末を得た。

[0022] この溶射粉末を用い、前述同様の円筒の外周面に溶射処理(HVOF)した。溶射被膜の残留応力は引張応力であり約12MPaとかなり低減していた。更に溶射被膜を加工した時にも、溶射被膜の剥離はなかった。なお溶射条件や加工条件は実施例1に基づいた。本実施例では鋼系粉末の配合割合は前述したように40%としているが、この配合割合は次のようにして決定した。即ち、Ni-Cr合金の融点を T_1 、とすると、 $T_1/2 \approx 550^\circ\text{C}$ となる。Ni-Cr合金の溶射被膜の場合、体積収縮率は0.72%である。

[0023] ここで、鋼系粉末のマルテンサイト変態における体積膨張率とNi-Cr合金の体積収縮率とを相殺して、溶射被膜の体積変化を実質的にゼロにするための鋼系粉末の体積%を x とし、Ni-Cr合金粉末の体積率を y とすると、

末粒子の性質を複合化し易い。従って溶射被膜の密着性を図り得る効果ばかりか、摺動特性を一層向上させる効果も期待できる。

[0026] 更に図3(a)から理解できるように、溶射被膜2のうち基材に接近している側の方が溶射被膜2の熱が基材に透熱され易いので、通常の形態では、溶射被膜2の表面側よりも、溶射被膜2のうち基材との境界側でマルテンサイト変態が促進され易いと考えられる。故に、溶射被膜2と基材との境界領域における体積膨張を期待でき、境界領域における密着力の向上に貢献できると考えられる。

[0027] 上記した図1～図3に示す適用例では溶射被膜に切削加工を施しているが、溶射被膜に切削加工を施すことなく、溶射被膜をそのまま利用する形態でも良い。またマルテンサイト変態が終了する M_s 点が室温以下のときには、溶射処理の後に、基材に積層した溶射被膜を室温以下の低温度に冷却することにより、溶射被膜内の残留オーステナイトをマルテンサイトに変態させるサブゼロ処理を実行することもできる。この場合にはドライアイス、液体窒素、アンモニア、フロン等の冷却媒体を採用できる。

[0028] (付記) 上記した記載から次の技術的思想も把握できる。

○請求項1において、溶射材は鋼系粉末と非鋼系粉末と

(5)

特開平10-68058

7

の混合粉末で形成されており、溶射材を100%としたとき、体積比で鋼系粉末は20~60%、特に35~50%含まれていることを特徴とする溶射方法。

○請求項1において、溶射材は鋼系粉末と非鋼系粉末との混合粉末で形成されており、重量比で鋼系粉末は0.3~1.8%の炭素を含むことを特徴とする溶射方法。

【0029】

【発明の効果】本発明方法によれば、密着性低下の要因となり得る残留引張応力を溶射被膜において低減できるため、基材に対する溶射被膜の密着性を向上させ得る。従って溶射被膜の長寿命化に有利である。更に体積膨張する物質がマルサンサイト変態する鋼系である場合には、マルサンサイト変態した相は硬質相として機能で

*き、溶射被膜の耐摩耗性の向上を期待できる。

【0030】また一般論では残留応力は耐摩耗性に対してはマイナスの方向に作用すると考えられている。この点本発明方法によれば、溶射被膜における残留引張応力を低減できるため、この意味においても耐摩耗性の確保に有利である。

【図面の簡単な説明】

【図1】適用例を示す構成図である。

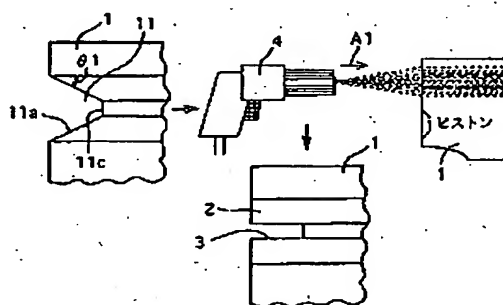
【図2】ピストンリング溝付近の断面図である。

【図3】溶射被膜の内部を模式的に示す構成図である。

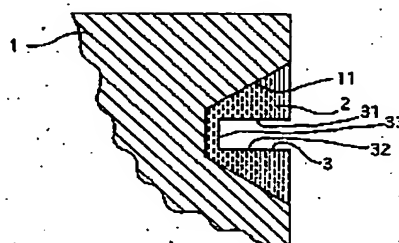
【符号の説明】

図中、1はピストン、11はリング溝、3はピストンリング溝を示す。

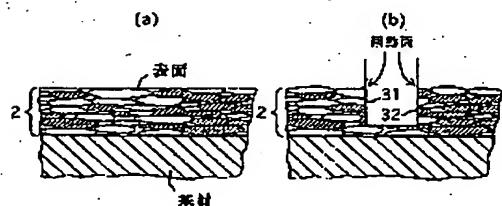
【図1】



【図2】



【図3】



フロントページの続き

(72)発明者 中野 敬章
愛知県刈谷市朝日町2丁目1番地 アイシ
ン精機株式会社内

(72)発明者 恒川 浩一
愛知県刈谷市朝日町2丁目1番地 アイシ
ン精機株式会社内

*** NOTICES ***

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[The technical field to which invention belongs] this invention relates to the thermal-spraying method which may raise adhesion.

[0002]

[Description of the Prior Art] The thermal-spraying method which carries out thermal spraying of the thermal-spraying material to a base material, and forms a thermal-spraying coat conventionally is learned. Thereby, it can contribute to the improvement in sliding-proof nature, abrasion resistance, etc. For example, the method of obtaining the thermal-spraying coat which quenches a molten metal in JP,54-42855,B, forms white pig iron in it, carries out thermal-spraying processing of this thermal-spraying material at a base material, using the cast iron powder which ground the white pig iron in the size of 100 or more meshes as thermal-spraying material, and makes a cementite a subject by this is indicated.

[0003] By the way, by the thermal-spraying method, in order to raise the adhesion of the thermal-spraying coat to a base material, various policies are adopted from before. For example, it is the policy which preheats the policy and base material which carry out blast processing in the expressional side of a base material, and eases the stress of a thermal-spraying coat in advance of thermal-spraying processing.

[0004]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, improvement in the adhesion of a thermal-spraying coat is demanded further in recent years. There is a limitation in improvement of the adhesion of a thermal-spraying coat to a base material only by the above-mentioned policy. this invention is made in view of the above-mentioned actual condition, and let it be a technical problem to offer the thermal-spraying method advantageous to aiming at improvement of the adhesion of a thermal-spraying coat to a base material.

[0005]

[Means for Solving the Problem] this invention person is furthering development wholeheartedly over many years about the thermal-spraying method. And when the thermal-spraying material by which thermal spraying was carried out to the base material was cooled on a base material, the matter which carries out cubical expansion was included in thermal-spraying material and thermal spraying of the thermal-spraying material was carried out, the knowledge of the adhesion to a base material improving was carried out, it checked by the examination, and this invention method was completed.

[0006] Since a thermal-spraying coat will tend to be in a compression state by cubical expansion, the reason whose adhesion improves is guessed because relief of the remains tensile stress leading to the fall of the adhesion force can be aimed at. In addition, since it is white-pig-iron composition, in case thermal-spraying powder solidifies and it becomes a thermal-spraying coat with the technology concerning above-mentioned JP,54-42855,B, in order to chill-ize, a solidification shrinkage rate is large.

[0007] The thermal-spraying method concerning this invention is the thermal-spraying method which carries out thermal spraying of the thermal-spraying material to a base material, and forms a thermal-spraying coat, and thermal-spraying material is characterized by including the matter which

the policy which carries out forced cooling of the thermal-spraying powder of the melting state which reached the base material by coolant gas etc. can also be adopted.

[0014]

[Example]

(Example 1) An example 1 is explained with the example of comparison. This example is aimed at the case where the thermal-spraying coat of Cu alloy is formed. This Cu alloy is an aluminum-bronze alloy, and the composition is Cu-10%aluminum-0.4%Zn-1% Fe in a weight ratio. According to the reference (science chronology), the coefficient of thermal expansion of this aluminum-bronze alloy is $16 \times 10^{-6}/K$.

[0015] Thermal-spraying processing was performed using the powder (40-50 micrometers of mean particle diameters) of the above-mentioned Cu alloy to the expressional side of the cylinder (quality of the material : JIS AC8A) as a base material. This thermal-spraying processing is HVOF (High Velocity Oxygen Fuel) processing called supersonic gas flame spraying, and while powder flies at high speed (it compares in plasma metal spray processing, and generally called several times) as compared with the usual plasma metal spray processing, the melting temperature of a powder particle is low thermal-spraying processing. Generally for a low reason, the porosity of the thermal-spraying coat formed by HVOF thermal-spraying processing has a precise thermal-spraying coat, and the adhesion force of a thermal-spraying coat over a base material is strong.

[0016] When the adhesion intensity of this thermal-spraying coat was measured by the shearing method, it was 60MPa. On the other hand, it was measured by the X-ray residual-stress measuring method that the residual stress in the front face of a thermal-spraying coat is as large as about 40 MPa(s) at tensile stress. As a result of processing such a thermal-spraying coat with an engine lathe, ablation occurred on the thermal-spraying coat. The above is an example of comparison. On the other hand, according to this example, the steel system powder (40-50 micrometers of mean particle diameters) of the C-12% Cr-1%Si alloy of Fe-1% was used by the weight ratio as powder for causing a martensitic transformation. And steel system powder was mixed in the end of the blending ratio of coal for which it asked by the trial calculation described below, i.e., Cu alloy powder described above by the volume ratio by the blending ratio of coal of end =of steel system powder:Cu alloy powder 40:60, and the thermal-spraying powder concerning this example was obtained. In addition, in steel system powder, the amount of Cr(s) has the intention of promotion of a MARUSAN site transformation.

[0017] When HVOF thermal-spraying processing was carried out using this thermal-spraying powder, the residual stress in a thermal-spraying coat was considerably reduced with about 10 MPa (s) with tensile stress. Moreover, when it was processed, generating of the ablation in a thermal-spraying coat was lost. Therefore, it was checked that the adhesion of a thermal-spraying coat is improving. According to this example, the decision of the blending ratio of coal of steel system powder was made as follows. That is, it is TM about the melting point of the above-mentioned Cu alloy. If it carries out, it will become $TM / 2 \times 400$ degrees C. Therefore, the rate of a volumetric shrinkage of the thermal-spraying coat of Cu alloy is presumed to be 0.62%. In order to offset the amount of cubical expansion of the steel system when generating the amount of volumetric shrinkages and martensitic transformation of Cu alloy of a thermal-spraying coat and to set the volume change in a thermal-spraying coat to 0 substantially If x is made into the rate of volume of steel system powder and y is made into volume [in the end of Cu alloy powder] % $x \{ 1.69x\%C - 0.87 \} - (yx0.62\%) = 0$ $x + y = 100$.. If ***** is solved, it will become $x = 43\%$ and $y = 57\%$ substantially.

[0018] Then, in this example, the thermal-spraying powder which added steel system powder in the end of Cu alloy powder has been obtained so that it may become about 40%, as the rate of the steel system powder occupied to the above-mentioned thermal-spraying powder mentioned above. In addition, although the volume change of a thermal-spraying coat was 0 on trial calculation, in practice, it was not 0, and although remains tensile stress was small as mentioned above, they were about 10 MPa(s). As the reason, it guesses for the existence of the retained austenite accompanying fixation of %C by Cr included by steel system powder, and a martensitic transformation.

[0019] The spray condition in the thermal-spraying processing in the above-mentioned example 1 and processing conditions were fundamentally performed as follows.

accompanying fixation of %C by Cr included by steel system powder, and a martensitic transformation.

(Example of application) Drawing 1 - drawing 3 show the example of application. The ring groove 11 is formed in the piston 1 of the aluminum containing alloy system of an internal combustion engine in this example. A ring groove 11 has inclined plane 11a with a tilt angle θ_1 , and base 11c. And thermal-spraying powder is blown off in the arrow A1 direction by the thermal spraying gun 4, and the thermal-spraying coat 2 is formed in the ring groove 11 of a piston 1. Then, cutting of the thermal-spraying coat 2 is carried out from a byte, and the piston ring slot 3 is formed.

[0025] The piston ring slot 3 has the piston ring, the sliding surfaces 31 and 32 which slide, and a base 33. Drawing 3 (a) shows typically the laminated structure of the thermal-spraying coat 2 before carrying out cutting, and drawing 3 (b) shows typically the laminated structure of the piston ring slot 3 neighborhood with the sliding surfaces 31 and 32 formed by cutting. Since flattening of the particle of thermal-spraying powder is easy to be carried out with a collision so that he can understand from drawing 3 (b), in the unit area of the sliding surfaces 31 and 32 of the piston ring slot 3, it is [composite-] easy to use the property of each powder particle. Therefore, the effect which raises further about an effect and the sliding property that adhesion of a thermal-spraying coat can be planned is also expectable.

[0026] Furthermore, since it is tended to **** the heat of the thermal-spraying coat 2 a base material, the side which is approaching the base material among the thermal-spraying coats 2 is considered that a martensitic transformation is easy to be promoted by the boundary side with a base material among the thermal-spraying coats 2 rather than the front-face side of the thermal-spraying coat 2 with the usual form, so that he can understand from drawing 3 (a). Therefore, the cubical expansion in the border area of the thermal-spraying coat 2 and a base material can be expected, and it is thought that it can contribute to improvement in the adhesion force in a border area.

[0027] Although cutting has been performed to the thermal-spraying coat in the example of application shown in above-mentioned drawing 1 - drawing 3, the form which uses a thermal-spraying coat as it is is sufficient, without performing cutting to a thermal-spraying coat. Moreover, Mf which a martensitic transformation ends When a point is below a room temperature, sub cello processing to which the retained austenite in a thermal-spraying coat is made to metamorphose into martensite can also be performed by cooling the thermal-spraying coat which carried out the laminating to the base material after thermal-spraying processing to the degree of low temperature below a room temperature. In this case, cooling media, such as dry ice, liquid nitrogen, ammonia, and Freon, are employable.

[0028] (Additional remark) The following technical thought can also be grasped from the above-mentioned publication.

○ It is the thermal-spraying method characterized by containing especially steel system powder 35 to 50% 20 to 60% by the volume ratio when thermal-spraying material is formed in the end of the mixed powder of steel system powder and non-steel system powder and thermal-spraying material is made into 100% in a claim 1.

○ It is the thermal-spraying method which thermal-spraying material is formed in the end of the mixed powder of steel system powder and non-steel system powder, and is characterized by steel system powder containing 0.3 - 1.8% of carbon by the weight ratio in a claim 1.

[0029]

[Effect of the Invention] Since the remains tensile stress which may cause an adhesion fall can be reduced in a thermal-spraying coat according to this invention method, the adhesion of the thermal-spraying coat to a base material may be raised. Therefore, it is advantageous to the reinforcement of a thermal-spraying coat. Furthermore, when the matter which carries out cubical expansion is the steel system which carries out a MARUSAN site transformation, the phase which carried out the MARUSAN site transformation can function as a hard phase, and can expect the wear-resistant improvement in a thermal-spraying coat.

[0030] Moreover, with generalizations, it is thought that residual stress acts towards minus to abrasion resistance. According to this point this invention method, since the remains tensile stress in a thermal-spraying coat can be reduced, also in this meaning, it is advantageous to wear-resistant reservation.

*** NOTICES ***

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] It is the thermal-spraying method characterized by being the thermal-spraying method which carries out thermal spraying of the thermal-spraying material to a base material, and forms a thermal-spraying coat, and the aforementioned thermal-spraying material containing the matter which carries out cubical expansion in case the thermal-spraying material by which thermal spraying was carried out to the aforementioned base material is cooled on the aforementioned base material.

[Translation done.]

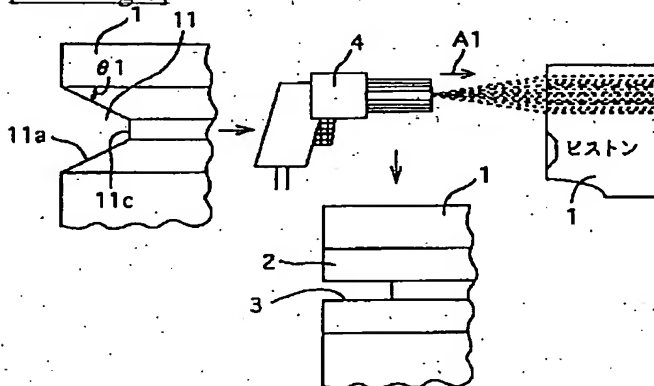
*** NOTICES ***

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

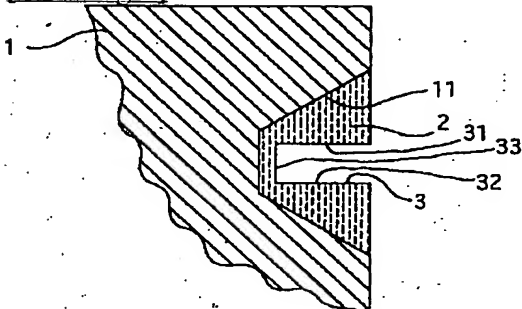
1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DRAWINGS

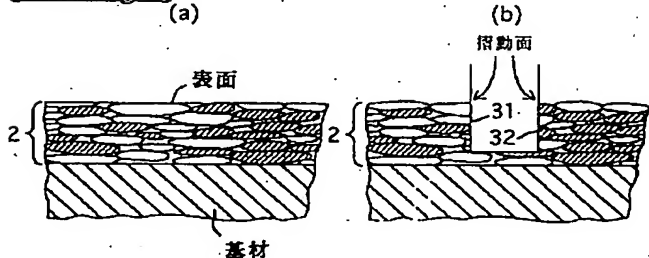
[Drawing 1]



[Drawing 2]



[Drawing 3]



[Translation done.]

*** NOTICES ***

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is the block diagram showing the example of application.

[Drawing 2] It is a cross section near a piston ring slot.

[Drawing 3] It is the block diagram showing the interior of a thermal-spraying coat typically.

[Description of Notations]

A piston and 11 show a ring groove and, as for 3, the inside of drawing and 1 show a piston ring slot.

[Translation done.]

L8 ANSWER 1 OF 5 WPIDS (C) 2003 THOMSON DERWENT

TI Metallic ***coating*** process for sliding members e.g.

piston , ***piston*** ring, etc. - using metallisation

material containing substance that shrinks when base member is

cooled to form ***coating*** on base member.

PI JP 10068058 A 19980310 (199820)* 5p C23C004-04

IC ICM C23C004-04

ICS B05D001-08

AB JP 10068058 A UPAB: 19980520

The process involves forming a metal ***coating*** (2) on a base

member using metallisation material containing substance which

shrinks when the base member is cooled.

ADVANTAGE - Improves adhesion of metallisation material.

Improves wear resistance. Reduces residual ***tensile***

stress .

Dwg.3/3